Bilan-gaz à effet de serre : méthodologie et application au cas de l'UPMF

Odile Blanchard et Sylvain Parodi
Mai 2004

Table des matières

1. Quelques méthodologies de bilan-gaz à effet de serre 3
1.1 SafeClimate - World Resources Institute 3
1.1.1 Présentation de la méthodologie 3
1.1.2 Evaluation de la méthode 6
1.2. Tufts University 6
1.2.1 Présentation de la méthodologie 7
1.2.2 Evaluation de la méthode 8
1.3 Le Bilan Carbone™ de l'ADEME 8
1.3.1 Présentation de la méthodologie 9
1.3.2 Evaluation de la méthode 10
1.4. Conclusion 11

2. Proposition de méthodologie pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF 11
2.1 Caractéristiques de l'UPMF sensibles pour le bilan-gaz à effet de serre 11
2.2 Les périmètres nécessaires pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF 12
2.3 Organisation de la collecte des données 14

3. Les paramètres retenus pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF 15
3.1 La période d'observation 15
3.2 Le périmètre physique 16
3.3 Le périmètre opérationnel 19
3.4 Les facteurs d'émission 21

4. EMU, l'outil de calcul des émissions de CO_2 de l'UPMF 24
4.1 Les tableaux et graphiques des données d'activités 25
4.2 Les tableaux de facteurs d'émission 25
4.3 Les tableaux et graphiques d'émissions 26
4.4 Le cas particulier du calcul des émissions de CO_2 liées aux déplacements 27
4.4.1 Les émissions directes de la flotte UPMF 27
4.4.2. Les émissions indirectes des déplacements domicile-campus 28

5. Conclusion 30

6. Bibliographie 30

Bilan-gaz à effet de serre : méthodologie et application au cas de l'UPMF

Odile Blanchard[1] et Sylvain Parodi[2]

Mai 2004

Diverses méthodologies ont été développées et utilisées pour établir des bilans d'émissions de gaz à effet de serre. Elles font l'objet de la première partie de ce document. Sur la base de ces méthodes, la deuxième partie présente la méthodologie développée pour l'UPMF. Enfin, la troisième partie expose les paramètres retenus pour le bilan–gaz à effet de serre de l'UPMF et décrit succinctement la base de données créée.

1. Quelques méthodologies de bilan-gaz à effet de serre

Les méthodologies consultées pour le Projet d'Université Citoyenne sont celles du World Resources Institute (Washington, Etats-Unis), de Tufts University (Medford, Massassuchets, Etats-Unis) et du cabinet Manicore pour le compte de l'ADEME. Ces trois méthodologies sont présentées synthétiquement ci-dessous.

1.1 SafeClimate - World Resources Institute

Le World Resources Institute (WRI) est une organisation non gouvernementale (ONG) de recherche sur l'environnement, basée aux Etats-Unis. Il vise à créer des voies pratiques de protection de la planète et à améliorer la vie des hommes. La lutte contre le réchauffement climatique est un de ses terrains de recherche et d'actions. En 1998, cette ONG s'est associée au World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) pour mettre en place une norme de comptabilisation et d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES), le GHG Protocol[3]. Suite à la création de ce Protocole, une équipe de WRI a élaboré un outil sur Excel accompagné d'un document méthodologique pour comptabiliser les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) et mettre en place des actions de réduction des émissions, dans toute organisation ayant une activité de bureaux[4]. L'activité de l'UPMF étant essentiellement une activité de bureaux, le document produit par WRI est utile pour la mise en place du bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF. Il fait l'objet de la courte synthèse ci-dessous.

1.1.1 Présentation de la méthodologie

Le document est articulé en sept étapes. Les quatre premières présentent la méthodologie préconisée pour la mise en place du bilan-gaz à effet de serre, les trois suivantes expliquent comment définir un objectif de réduction et suivre les progrès effectués chemin faisant, pour atteindre l'objectif.

---

[1] Maître de Conférences à l'Université Pierre Mendès-France, Grenoble

[2] Etudiant en maîtrise à l'IUP Ingénierie Economique, Université Pierre Mendès-France, Grenoble, en apprentissage à l'Agence Locale de l'Energie, Grenoble

[3] Ce protocole des gaz à effet de serre est disponible sur Internet à l'adresse : http://www.ghgprotocol.org/

[4] SafeClimate, l'outil Excel, est déchargeable d'Internet à l'adresse suivante : http://www.safeclimate.net/
Le document méthodologique Samantha Putt Del Pino, Pankaj Bhatia, *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, 2002, est en ligne sur Internet à :
http://www.safeclimate.net/business/measuring/WRI_CO2Guide.pdf

❖ Au préalable : obtenir l'adhésion du personnel

Les actions de réduction engagent tout le personnel de l'organisation (dirigeants, employés). Pour que ces actions soient effectives, il faut s'assurer que l'organisation est prête à s'engager dans une telle démarche. Il faut notamment parvenir à faire adhérer le plus de personnes possible au projet dès le départ et communiquer régulièrement chemin faisant. Divers arguments peuvent être utilisés selon les acteurs visés, par exemple:

- réduction des coûts pour l'organisation
- prise de responsabilité face aux problèmes environnementaux
- position de leader ou exemple pour les autres organisations
- fierté du personnel de faire partie d'une organisation luttant contre l'effet de serre

Il s'agit d'organiser aussi la mise en œuvre du projet en interne. Un budget doit être envisagé. La désignation dans chaque service d'un "champion de la protection du climat" enthousiaste et volontaire est recommandée. Ce sera le relais interne, le correspondant pour le projet.

❖ Choix des périmètres

La définition du périmètre physique (« périmètre organisationnel ») et l'identification des sources d'émission (« périmètre opérationnel ») sont un préalable nécessaire à ce type d'étude. La période d'observation et la périodicité du bilan devront aussi être clairement indiquées.

Le périmètre physique doit déterminer quels sont les entités, les bâtiments qui sont inclus dans le bilan-gaz à effet de serre de l'organisation. En cas de dispersion des sites, il est possible d'écarter – temporairement – certaines entités ou certains bâtiments. Ils pourront être inclus dans un bilan ultérieur. Cependant, il est préférable d'être le plus exhaustif possible afin de considérer le plus de sources potentielles de réductions d'émissions.

Au niveau des sources d'émission de gaz à effet de serre, WRI recommande de distinguer les sources d'émission directes et celles indirectes. Les *émissions directes* émanent de sources appartenant juridiquement à l'organisation ou étant contrôlées par celle-ci. On pourra citer comme exemple la production de chaleur par des chaudières appartenant à l'organisation ou bien encore les déplacements avec des véhicules qui sont la propriété de l'organisation. Les *émissions indirectes* sont la conséquence directe de l'activité de l'organisation étudiée, mais leurs sources n'appartiennent pas à l'organisation. Les déplacements du personnel entre le lieu de travail et le domicile constituent un exemple de ce type d'émissions.

Cette distinction entre émissions directes et indirectes s'inscrit dans l'éventualité d'une réglementation, par les Etats, obligeant les acteurs économiques à comptabiliser leurs émissions propres. Elle vise à éviter les doubles comptages des mêmes émissions par deux organisations différentes.

Les choix du périmètre physique et des sources d'émission doivent être guidés par les principes établis par le GHG Protocol : pertinence, exhaustivité, cohérence dans le temps, transparence et exactitude. Toute exclusion d'entité ou de source d'émission du bilan-gaz à effet de serre devra être explicitement justifiée.

❖ Recueil des données

La première étape du recueil des données est l'identification des informations nécessaires. Les données d'activité et les facteurs d'émission sont les deux types de données qui doivent être rassemblées pour calculer les émissions de gaz à effet de serre par activité, selon l'équation suivante :

Activité × facteur d'émission = émissions de gaz à effet de serre

Par « activité », il convient de comprendre toute action de l'organisation qui génère des émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit par exemple du chauffage, des usages captifs de l'électricité, des déplacements motorisés, etc… Les données d'activité sont exprimées en unités physiques de consommations (tonnes, kWh, litres, etc…). Les « facteurs d'émission » sont des coefficients qui donnent le montant d'émissions de gaz à effet de serre par unité d'activité.

Très souvent, le service Comptabilité est le principal interlocuteur dans la collecte des données. La récolte des données d'activité par source d'émission doit alimenter une base de données claire et facilement utilisable. Une vigilance particulière est nécessaire pour enregistrer correctement les unités de mesure utilisées. Des estimations peuvent être faites dans le recueil des données, en l'absence de données réelles facilement accessibles. Elles doivent être indiquées en tant que telles dans le bilan.

Les facteurs d'émission peuvent être obtenus auprès de divers organismes locaux, nationaux ou internationaux. Le GHG Protocol fournit des facteurs sur son site Internet. Les facteurs choisis pour le bilan doivent être le reflet le plus fidèle possible de la réalité locale et même individuelle.

Dans ce chapitre, WRI émet aussi des recommandations pratiques pour la collecte des données et présente les informations qu'il est généralement possible d'obtenir pour divers types d'activité (consommation d'électricité, transports, etc..).

❖ Calcul des émissions : le bilan-gaz à effet de serre

Après le recueil des données, il s'agit d'organiser le calcul des émissions. Les données d'activité et les facteurs d'émission par unité d'activité sont les composantes élémentaires du calcul. L'unité adoptée par WRI pour comptabiliser les émissions est la tonne d'équivalent CO_2. Il y a souvent un travail important de conversion des données d'activités de manière à ce qu'elles soient exprimées dans la même unité que les facteurs d'émission. La validité de la démarche repose en grande partie sur ce travail de conversion.

Le document de WRI détaille le calcul des émissions de différentes sources d'émission (chauffage au gaz naturel, électricité, déplacement en voiture, en avion, en train).

❖ Objectif de réduction des émissions

Le bilan-gaz à effet de serre réalisé permet à l'organisation de fixer un objectif de réduction de ses émissions. Une année de référence doit être choisie de manière à mesurer par la suite les réductions effectuées, par rapport à cette année de base.

❖ **Actions de réduction des émissions**

Deux types d'actions sont proposés par WRI : les réductions internes à l'organisation et les réductions par achats de compensations à l'extérieur de l'organisation. Le premier type comprend par exemple les actions de maîtrise de l'énergie, d'efficacité énergétique, au sein de l'organisation. Dans le second cas, il s'agit pour l'organisation d'acheter des réductions d'émissions à l'extérieur, généralement par l'intermédiaire d'un courtier. Les sommes versées servent à financer des réductions d'émissions dans d'autres organisations.

❖ **Communication des résultats**

Les résultats du bilan-gaz à effet de serre et les actions de réduction mises en place méritent d'être portées à la connaissance de nombreuses personnes.

1.1.2 Evaluation de la méthode

⊕⊕⊕

- Une méthode "pas à pas" qui accompagne le porteur du projet de bout en bout → méthode très pédagogique ;
- Une typologie des sources d'émission claire, une explicitation des modes de calcul des émissions, un outil Excel simple → applicabilité de la méthode a priori facile.

⊖⊖⊖

- Seul le CO_2 est pris en compte parmi les gaz à effet de serre → risque de n'avoir qu'une vue partielle des émissions ;
- Une méthode générale → les cas particuliers ne sont pas abordés ;
- Les unités sont exprimées selon l'usage aux Etats-Unis : gallon, thermies,… → transposition aux unités européennes nécessaire si l'on souhaite utiliser certains coefficients donnés par WRI.

1.2. Tufts University

Tufts University est une université du Massachusetts, aux Etats-Unis. Elle comporte en son sein le Tufts Institute of the Environment (TIE) qui a pour vocation de coordonner les actions environnementales de l'université. Cet institut a lancé la Tufts Climate Initiative (TCI) qui a pour objectif de réduire de 7% les émissions de l'université en 2010 par rapport à 1990, c'est-à-dire d'appliquer grosso modo à l'université l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre assigné aux Etats-Unis dans le cadre du Protocole de Kyoto[5]. La TCI s'est notamment déclinée en un plan d'actions de réduction des émissions de Tufts University. Un bilan des émissions de gaz à effet de serre a naturellement été élaboré au préalable, sur les 3 campus de l'université (Medford, Boston et Grafton), pour les années 1990 et 1998. C'est la méthodologie de ce bilan qui est présentée ci-dessous[6].

[5] L'objectif de réduction assigné aux Etats-Unis dans le protocole de Kyoto est une diminution des émissions de gaz à effet de serre de 7 % par rapport à 1990, à l'horizon 2008-2012.

[6] Deux papiers complémentaires ont été publiés : Tufts Institute of the Environment, *Method for Conducting a Greenhouse Gas EmissionsIinventory for Colleges and Universities*, Tufts University, 2002, disponible sur Internet à l'adresse: http://www.tufts.edu/tie/tci/pdf/InventoryMethods.pdf ; Tufts Institute of the Environment,Tufts, *University's Greenhouse Gas Emissions Inventory for 1990 and 1998*, January 2001, disponible sur Internet à l'adresse : http://www.tufts.edu/tie/tci/pdf/Tufts%20Emissions%20inventory.pdf

1.2.1 Présentation de la méthodologie

Cette méthodologie se décompose en quatre étapes essentielles.

- **Définition de l'objectif et des périmètres de l'étude**

L'objectif de l'étude doit être clairement établi dès le départ, de manière à ce que le bilan soit élaboré en fonction de l'utilisation qui sera faite de ses résultats. Pour les mêmes raisons, le public visé doit être identifié au préalable.

La méthodologie de Tufts University donne plusieurs points de repère pour fixer le cadre du bilan des émissions de gaz à effet de serre d'une université. Pour les sources d'émission, Tufts University utilise la même typologie que WRI et distingue donc les sources directes des sources indirectes. L'unité adoptée est la tonne d'équivalent-carbone

- **Collecte des données**

Tufts University préconise d'observer en priorité les émissions de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) pour une université**.** Les autres gaz à effet de serre peuvent être exclus s'ils sont en quantité négligeable dans l'activité de l'université.

A Tufts les principales sources d'émission sont :

- Emissions directes :
  - **CO_2** → combustion de gaz naturel (chauffage, cuisine), de fioul (chauffage), de propane (chauffage, cuisine, activités de laboratoire) et de carburant (flotte de véhicules de l'université et déplacement domicile-université des étudiants[7])
  - **CH_4** → fermentation entérique des animaux (de l'école vétérinaire), décomposition des déjections animales
  - **N_2O** → anesthésiant dentaire (école dentaire)
  - **Autres gaz à effet de serre, dont HCFC et CFC** → diverses activités dont réfrigération
- Emissions indirectes :
  - **CO_2** → consommation d'électricité, de vapeur (chauffage)

Compte tenu de la disponibilité des données, seules les émissions de CO_2 et de CH_4 ont été estimées à Tufts.

- **Calculs**

Il est important d'utiliser une unité de mesure unique pour les émissions de tous les gaz à effet de serre. Cela permet ensuite de comparer les quantités émises tous gaz confondus. Tufts University a retenu la tonne équivalent-carbone comme unité commune[8].

[7] Contrairement à la démarche de Tufts, les émissions des véhicules des étudiants ne devraient pas être comptées parmi les émissions directes puisqu'elles émanent de véhicules qui ne sont pas la propriété de l'Université.

[8] La tonne équivalent carbone tient compte du pouvoir de réchauffement global de chaque gaz par rapport à celui du CO_2, et convertit le poids du CO_2 en son équivalent carbone (facteur multiplicatif de 12/44)

Afin de pouvoir comparer les résultats à périmètre différent ou entre bâtiments, des ratios d'efficacité ont été construits (nombre d'étudiants / émissions, superficie totale/ émissions, degrés-jours/ émissions), ou alternativement, des ratios d'intensité d'émission (émissions / nombre d'étudiants, émissions / superficie totale, émissions / degrés-jours)

Ces ratios pourront aussi servir d'indicateurs d'efficacité énergétique pour la construction de nouveaux bâtiments par exemple. Un niveau de référence d'efficacité sera fixé à partir de l'étude et les nouveaux bâtiments devront répondre à cette référence.

- **Interprétation et utilisation des résultats**

La dernière étape d'un bilan-gaz à effet de serre est de mettre à jour les tendances qui apparaissent dans les émissions, et de comparer les émissions d'une activité à l'autre (en utilisant des ratios). Dans l'optique de prendre un engagement de réduction des émissions, cette étape met en évidence les activités où les efforts peuvent /doivent porter en priorité.

Le bilan sert également à définir une base de référence pour mesurer les progrès ultérieurs.

1.2.2 Evaluation de la méthode

⊕⊕⊕

- Prise en compte de 2 gaz à effet de serre → couverture assez large des émissions de l'activité globale de l'université ;
- Prise en compte de tous les bâtiments de l'université → exhaustivité du périmètre physique ;
- Indication des difficultés rencontrées → retour d'expérience intéressant ;
- Outil de calcul sous Excel standardisé → bilan-gaz à effet de serre aisément reproductible d'une année à l'autre
- Méthodologie de bilan d'une université → démarche a priori transposable à une autre université.

⊖⊖⊖

- Les déplacements domicile-campus sont pris en compte au niveau des sources directes d'émissions → erreur de comptabilisation ;
- Diverses sources d'émissions ne sont pas considérées, et en particulier celles dues à la climatisation → impact pourtant peut-être non négligeable ;
- Les unités sont exprimées selon l'usage aux Etats-Unis : gallon, thermies,… → transposition aux unités européennes nécessaire si l'on souhaite utiliser certains coefficients donnés par Tufts.
- Document inachevé (manque annexes, références).

1.3 Le Bilan Carbone™ de l'ADEME

Jean-Marc Jancovici, du cabinet Manicore, a développé une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre pour l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) : le Bilan Carbone™ d'une activité industrielle ou tertiaire. Cette méthode a été rendue publique en décembre 2003 au Salon Pollutec, en même temps qu'a été déposée la marque Bilan Carbone™. La méthodologie, un outil de calcul sous Excel et le

manuel d'utilisation de cet outil ont été élaborés[9]. Ils s'avèrent a priori comparables, dans la démarche, aux outils développés autour du GHG Protocol[10]. Mais ils sont adaptés à la situation française et couvrent plus de sources d'émissions.

1.3.1 Présentation de la méthodologie

Le document méthodologique explique de façon détaillée comment comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre qui émanent de l'activité d'une entreprise. Trois périmètres de comptabilisation sont proposés. Puis le mode de calcul des diverses émissions est exposé, en fonction des flux physiques d'activité observés : sont tour à tour examinées les émissions liées aux consommations d'énergies fossiles, à l'électricité, aux procédés de production, au transport, aux matériaux entrants (industrie), aux produits entrants (agriculture), aux déchets directs, aux emballages en fin de vie, au traitement des eaux usées, à l'amortissement des immobilisations et aux services. Pour chaque source d'émission, le document précise le « facteur d'émission » par unité d'activité qui est utilisé dans l'outil Excel et justifie le choix opéré. Le facteur d'émission convertit des données d'activité en quantité d'émissions de gaz à effet de serre.
L'accent est mis ci-dessous sur les points-clés de la méthode.

- **Trois périmètres d'observation**

Le Bilan Carbone™ propose trois approches pour comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre : les approches interne, intermédiaire, globale.

L'approche interne s'intéresse aux seules émissions engendrées dans les locaux de l'entreprise, par des sources que possède l'entreprise. Cette approche restrictive est la plus facile à mettre en place et correspond au périmètre retenu dans le cadre d'un système de permis d'émission négociables. En revanche, elle ne permet pas de prendre en considération tous les potentiels de réduction d'émission que peut présenter une entreprise.

L'approche intermédiaire vise en partie à pallier l'inconvénient majeur de l'approche interne. Elle consiste à considérer, en plus des émissions mises à jour par l'approche interne, les émissions intermédiaires, liées à des processus qui se déroulent en dehors du périmètre juridique de l'entreprise mais qui émanent directement de l'activité de l'entreprise. L'objectif est d'obtenir des totaux d'émissions le long de la chaîne de fabrication d'un produit sans double comptage, de la même manière que dans le calcul de la valeur ajoutée en économie. Sont incluses dans ce périmètre, outre les émissions de l'approche interne, les émissions liées aux achats d'électricité et de vapeur, aux déplacements du personnel, aux transports vers les clients. Ces émissions ne peuvent cependant représenter qu'une partie des émissions sur lesquelles l'entreprise peut agir pour réduire son impact sur l'environnement.

L'approche globale donne l'image la plus complète de l'impact de l'entreprise sur l'atmosphère, en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Elle comptabilise les émissions liées à tous les flux entrants et sortants de l'entreprise : « tout processus physique qui permet l'exercice de votre activité est pris en compte, où qu'il prenne place » (Bilan Carbone™,

[9] La méthodologie est disponible sur Internet à l'adresse :
http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/telechargement.htm.
L'outil de calcul et le manuel d'utilisation sont délivrés à l'issue d'une formation à cet outil par l'ADEME. Pour plus d'informations, voir : http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/Default.htm
[10] Voir : http://www.ghgprotocol.org/

P.18). Sont ainsi prises en compte, outre les émissions du périmètre intermédiaire, les émissions liées au fret depuis les fournisseurs vers l'entreprise, à la fabrication des produits et matériaux incorporés dans la production, à la construction des bâtiments, à la construction des machines utilisées, au traitement des déchets. Cette approche permet de mettre en exergue les actions qui permettront à l'entreprise de réduire le plus son impact global en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

❖ **Facteurs d'émission**

Compte tenu des approches alternatives possibles, le Bilan Carbone™ propose des facteurs d'émission différents selon le périmètre adopté. Pour une approche interne, les facteurs d'émission sont relatifs aux seules émissions émanant de l'activité dans l'entreprise. En revanche, pour les approches intermédiaire et globale, les facteurs d'émission prennent en compte les émissions engendrées par les activités en amont de celle de l'entreprise. Par exemple, dans l'approche interne, le facteur d'émission lié à la combustion de fioul dans une chaudière propriété de l'entreprise inclut les seules émissions dues à la combustion dans cette chaudière. En revanche, dans les approches intermédiaire et globale, le facteur d'émission inclut les émissions engendrées par l'extraction du pétrole, la production et le transport du fioul.

Cette méthode du Bilan Carbone™ a déjà été mise en œuvre par plusieurs entreprises et bureaux d'études. Le cabinet Manicore l'a en particulier testée au sein du groupe LVMH (dans les divisions Champagne, Cognac et Parfum et Cosmétique) et au siège de la Banque Populaire d'Alsace. Une première version de la méthode a également été testée au sein de la Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières (DGEMP)[11].

1.3.2 Evaluation de la méthode

⊕⊕⊕

- Quasi-exhaustivité des sources d'émission et des gaz à effet de serre considérés → méthode applicable à tout organisme, quelle que soit son activité (entreprise, collectivité publique, association, …) ;
- Expertise rigoureuse et transparente des facteurs d'émission → référence pour les facteurs d'émissions applicables en France ;
- Un outil de calcul sous Excel standardisé (moyennant paiement) → mise en œuvre facilitée au niveau de l'entreprise.

⊖⊖⊖

- Méthode complexe du fait de son exhaustivité → peut rebuter ;
- Outil sur Excel payant → limite la diffusion de la méthode dans un format unique (qui pourrait être utile pourtant dans l'optique de la mise en place du système de permis d'émission européen et la nécessité pour les entreprises participant aux échanges de faire des inventaires de leurs émissions) ;
- Document avant tout technique, absence de commentaires sur les phases préparatoires d'un Bilan Carbone™ au sein d'une organisation et sur l'étape de collecte des données → ne facilite pas la mise en œuvre pratique d'un bilan-gaz à effet de serre.

[11] Le bilan est disponible à l'adresse : http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/serre/carbone_dgemp.pdf

1.4. Conclusion

Les trois méthodologies présentées s'avèrent complémentaires pour élaborer le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF.

La méthode de WRI constitue une initiation synthétique et pédagogique à l'élaboration d'un bilan-gaz à effet de serre pour une activité de bureaux. Les recommandations sur la façon de mettre en œuvre un bilan-gaz à effet de serre sont très utiles.

La méthode utilisée à Tufts University rejoint globalement celle de WRI. Son intérêt principal vient du fait qu'elle concerne une université. Ainsi, même si les activités ne sont pas les mêmes que celles pratiquées à l'UPMF, certains points sont toutefois communs.

Le Bilan Carbone™ de l'ADEME met l'accent avant tout sur la partie centrale d'un bilan-gaz à effet de serre : le calcul des émissions, à partir des « facteurs d'émission ». Il est en cela une source de référence incontournable pour tout organisme français souhaitant établir un bilan de ses émissions de gaz à effet de serre. Il prend en considération trois « périmètres opérationnels » (terminologie de WRI), tandis que WRI n'en prend que deux. « L'approche interne » du Bilan Carbone™ est semblable à l'identification des « sources directes » d'émission par WRI. « L'approche globale » est similaire à celle des « sources indirectes » de WRI, si l'on se réfère stricto sensu à la définition des sources indirectes par WRI[12]. Dans la pratique, il s'avère cependant que le bilan CO_2 proposé par WRI est plus proche de « l'approche intermédiaire » du Bilan Carbone™ que de « l'approche globale »[13].

2. Proposition de méthodologie pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

L'objectif du bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF est de constituer une photographie des émissions de gaz à effet de serre de l'université à une date donnée, pour définir ensuite diverses actions à même de réduire ces émissions dans les années futures. La méthode développée pour élaborer ce bilan s'appuie sur les méthodes présentées précédemment. La première sous-section présente les caractéristiques de l'UPMF susceptibles d'influer sur le bilan-gaz à effet de serre. La seconde sous-partie expose les choix à opérer pour définir les champs de l'étude. La troisième, enfin, précise comment organiser le recueil des données nécessaires au bilan.

2.1 Caractéristiques de l'UPMF sensibles pour le bilan-gaz à effet de serre

Repérer le type d'activités, le fonctionnement administratif, le patrimoine immobilier et les composantes de l'université s'avère une étape préalable indispensable à l'élaboration du bilan-gaz à effet de serre.

[12] Voir définition P. 9 dans Samantha Putt Del Pino, Pankaj Bhatia, *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, 2002

[13] Voir p. 60 dans Samantha Putt Del Pino, Pankaj Bhatia, *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, 2002

❖ **Activités de l'université**

Les types d'enseignement et de recherche effectués à l'université influent à la fois sur les sources d'émission et sur les gaz à effet de serre potentiellement rejetés. L'activité d'une université de sciences sociales telle que l'UPMF est essentiellement assimilable à une activité de bureaux. Ceci est moins vrai pour une université de sciences telle que l'université Joseph Fourier où des émissions de gaz à effet de serre peuvent être engendrées par des expériences de laboratoires en physique, chimie, médecine, biologie, etc…

❖ **Fonctionnement administratif et processus décisionnel**

La connaissance du fonctionnement administratif et la mise à jour du processus de décision de l'université sont nécessaires pour comprendre qui fait quoi au sein de l'université, savoir où aller collecter les informations et à qui s'adresser pour émettre des recommandations d'actions. L'organigramme de l'université permet de se familiariser avec le fonctionnement administratif de l'université et la structure hiérarchique de décision.

❖ **Patrimoine immobilier**

Le patrimoine immobilier d'une université comprend tous les bâtiments dont l'université est propriétaire : bâtiments administratifs, d'enseignement, de recherche, locaux techniques, etc…. Dans le but d'appréhender les émissions de gaz à effet de serre associées à ces bâtiments, il convient de répertorier les bâtiments de façon exhaustive, de repérer leur localisation géographique, d'identifier leur système de chauffage, et le cas échant, de climatisation. Un tableau synoptique peut être construit pour faire apparaître ces divers éléments.

❖ **Composantes de l'université**

Les étudiants, les enseignants-chercheurs, les chercheurs, les personnels administratifs et techniques sont répartis dans l'université au sein d'unités, appelées « composantes »: unités de formation et de recherche (UFR), laboratoires de recherche, services administratifs,…. Pour définir le périmètre physique (le champ de comptabilisation) du bilan-gaz à effet de serre, il est important d'une part de connaître les différentes composantes de l'université étudiée et leurs effectifs, et d'autre part de repérer les bâtiments dans lesquelles elles sont hébergées. Il peut exister des composantes autonomes de gestion, par rapport à l'administration centrale. Il faut clairement les identifier car ce sont des interlocuteurs obligés lors du recueil de données.

Une recherche sur le site Internet de l'université et des informations complémentaires obtenues auprès de l'administration centrale permet de bien visualiser cette organisation en composantes.

2.2 Les périmètres nécessaires pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

Divers éléments doivent être précisés lors de l'élaboration d'un bilan-gaz à effet de serre, dans la mesure où ils conditionnent les résultats obtenus. Il s'agit en particulier de définir précisément la (les) période (s) d'observation, le périmètre physique à l'intérieur duquel

seront calculées les émissions, les gaz à effet de serre et les sources d'émissions pris en compte.

❖ Période d'observation

La date à laquelle le bilan sera établi doit être précisée dès le début. Le bilan peut porter sur une année particulière ou sur plusieurs années. Le premier cas a l'avantage de réduire les besoins liés à la collecte des données. Pour les transports notamment, il est plus facile d'enquêter sur les modes de déplacement des étudiants et du personnel de l'université sur une année que sur plusieurs années. Cependant, il est impossible de replacer l'année d'observation dans une tendance ou dans une moyenne par rapport à d'autres années.

L'observation de plusieurs années permet de faire apparaître des tendances d'évolution des émissions et d'isoler d'éventuelles ruptures atypiques qui seraient dues à des conditions particulières d'accès aux réseaux, à des conditions climatiques exceptionnelles, ou à d'autres phénomènes exceptionnels à un moment donné. Parmi les années d'observation, une année de référence, caractéristique des tendances majeures, peut ainsi être identifiée et servir de base pour définir l'objectif de réduction des émissions à un horizon de temps donné. C'est l'approche qui a été adoptée pour le bilan énergétique de l'agglomération grenobloise établi par l'ALE en 2002. C'est celle qui est adoptée ici.

❖ Périmètre physique du bilan

Il s'agit de délimiter strictement les espaces physiques et les personnes qui entrent dans la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre de l'UPMF sur la période d'observation. Ceci se justifie au moins pour deux raisons. Tout d'abord, c'est seulement par rapport à un périmètre clairement identifié qu'un objectif de réduction des émissions pourra être défini pour l'UPMF. Ensuite, la définition du périmètre est indispensable dès lors que l'on souhaite comparer les émissions d'une année à l'autre : les inventaires d'émissions ne seront comparables qu'à périmètre constant.

Le périmètre n'est pas forcément exhaustif. Mais il doit être représentatif de l'activité de l'UPMF. Il doit par ailleurs permettre un recueil des données et la mise en place d'actions de réduction d'émissions de façon relativement aisée.

❖ Gaz et sources d'émissions pris en compte

Parmi les six familles de gaz à effet de serre incluses dans le Protocole de Kyoto, il convient de centrer le bilan sur les émissions les plus importantes en quantités d'équivalent CO_2 rejetées dans l'atmosphère[14].

Les sources d'émission de ces 6 familles de gaz sont répertoriées, par exemple, par le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)[15]. C'est l'importance relative des sources d'émission dans le périmètre d'activité retenu qui permet de choisir celles incluses dans le bilan-gaz à effet de serre.

[14] Les six familles de gaz sont : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF_6).
[15] http://www.citepa.org/pollution/sources.htm#sf6

Sur la base de la méthodologie proposée par WRI, il est important de classer les sources d'émissions en deux catégories, selon qu'elles proviennent de sources qui appartiennent à l'université (« émissions directes ») ou de sources liées à l'activité de l'université mais qui ne sont pas la propriété de l'université (« sources indirectes »).

2.3 Organisation de la collecte des données

La préparation du bilan-gaz à effet de serre se conclut avec l'organisation de la collecte des données auprès des personnes ressources et du traitement des informations recueillies.

❖ Identification des décideurs, des personnes relais et des personnes ressources

La réussite d'un tel projet passe par l'appui des décideurs, des "personnes relais" et des "personnes ressources" au sein de l'université.

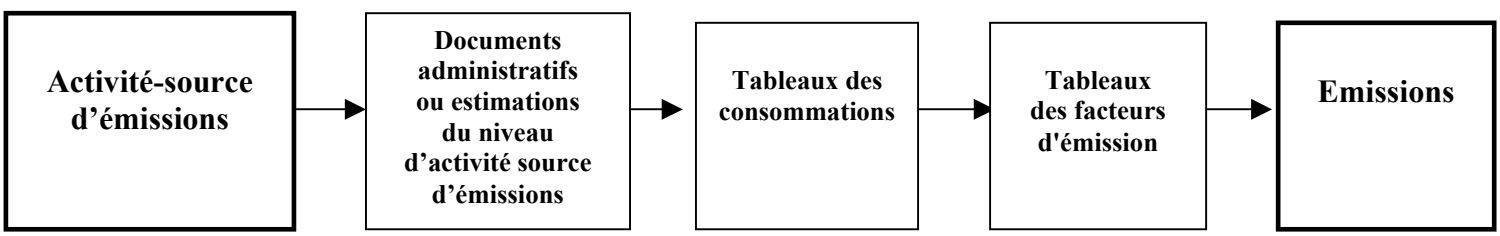
Les décideurs sont les personnes qui, au plus haut niveau de l'université, donnent leur accord pour le lancement du projet, délèguent le suivi du projet à des personnes relais et, sur la base des conclusions du projet, engageront l'université dans un effort de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre. Ils se composent essentiellement des vice-Présidents et du Président de l'université. Pour lancer un tel projet, il convient d'en montrer l'intérêt pour l'université. Les économies d'énergie donc budgétaires, les avantages que peuvent tirer les étudiants et le personnel (désengorgement des déplacements), l'image de l'université, la sensibilisation des étudiants et du personnel à un problème planétaire sont quelques arguments qui peuvent être avancés initialement.

Les « personnes relais » sont les personnes déléguées par les décideurs pour transmettre les décisions prises aux « personnes ressources » et leur donner les consignes pour mettre en œuvre les décisions. Il s'agit principalement du secrétaire général et de l'intendant.

Les « personnes ressources » sont celles qui détiennent directement les informations nécessaires au bilan des émissions de gaz à effet de serre. Ce sont généralement les agents du service Intendance, les gestionnaires des composantes autonomes, les agents des services Comptabilité et Ressources Humaines. Il s'agit de bien les identifier avec l'aide des personnes relais et de leur présenter le projet dès le lancement. L'adhésion de ces personnes à la démarche entreprise et à l'objectif final, ainsi que l'entretien de relations cordiales facilitent considérablement la collecte des données.

❖ Traitement de l'information

Le schéma ci-dessous permet de visualiser le cheminement de l'information pour calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir d'une activité génératrice d'émissions de gaz à effet de serre.



La première étape est la compilation des données de consommations (ou d'activités émettrices de gaz à effet de serre) à partir de documents tels que des factures. A défaut de données réelles, des estimations peuvent être tirées de modèles, ou de statistiques connexes aux données recherchées. Les données et estimations sont ensuite consignées dans des tableaux de consommations. Ces tableaux sont construits pour enregistrer par exemple les consommations d'électricité, de gaz naturel, de chaleur ou de carburant des véhicules. Certains tableaux pourront être utilisés par les personnels des services Intendance ou Comptabilité comme tableaux de bord pour le suivi des consommations. Des tableaux récapitulatifs permettent d'observer les consommations par mois, bâtiment ou source d'émission. Des calculs d'évolution et des graphiques d'illustration sont des compléments utiles.

Les tableaux des facteurs d'émission sont des tableaux de conversion des consommations (kWh, MWh, litres, passagers-kms, kms parcourus…) en tonnes équivalent CO_2 : ils permettent de calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir des données de consommations. La validité de l'inventaire des émissions repose sur le choix des facteurs d'émission. Il est de la plus haute importance de choisir ces facteurs de façon adéquate. Des facteurs d'émission sont disponibles pour les principales sources d'émission, tant au niveau international que national[16]. Cependant, quand cela est possible, il est recommandé d'utiliser des facteurs d'émission qui reflètent la situation locale. Cette démarche s'impose notamment lorsque les sources d'émissions se composent d'un mix énergétique spécifique. C'est le cas par exemple lorsqu'une chaufferie brûle alternativement différents combustibles, tels que du bois, du fioul et du charbon.

3. Les paramètres retenus pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF

Il s'agit maintenant de présenter les choix méthodologiques appliqués au bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF. Nous étudierons successivement le périmètre physique (bâtiments) et opérationnel (gaz et sources d'émission) retenus. Nous verrons ensuite comment ont été construits les facteurs d'émission permettant de convertir les consommations d'énergie de l'UPMF en émissions de CO_2. Enfin, nous expliquerons comment est construite la base de données de ce bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF.

3.1 La période d'observation

Le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF est établi pour les années 2000, 2001 et 2002. L'analyse montre que l'année 2002 ne s'avère pas atypique par rapport à 2000 et 2001. Elle servira par conséquent de référence pour l'engagement de réduction des émissions de l'UPMF et la mesure des performances des actions qui seront mises en place pour atteindre l'objectif.

[16] Au niveau international, des facteurs d'émission sont mis à jour régulièrement par exemple dans le GHG Protocol, voir : http://www.ghgprotocol.org/index.htm. Au niveau national, le Bilan Carbone de l'ADEME fournit les facteurs d'émission de très nombreuses sources, en indiquant leur champ de validité et leurs limites éventuelles. Voir : http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/Default.htm

3.2 Le périmètre physique

L'UPMF et ses composantes représentent des dizaines de bâtiments sur l'agglomération grenobloise mais aussi à Valence et à Vienne. Comme indiqué précédemment, il s'agit de définir un périmètre qui, à la fois, soit représentatif des émissions globales de l'UPMF, permette un accès aisé à l'information et facilite la mise en place d'actions de réduction.

❖ **Définition du périmètre**

La définition du périmètre s'est faite en 2 étapes : il a fallu tout d'abord répertorier l'ensemble du patrimoine immobilier de l'UPMF, puis sélectionner les bâtiments à prendre en compte pour le bilan-gaz à effet de serre. Le tableau 1 permet de visualiser ce périmètre.

Tableau 1 : Les bâtiments de l'UPMF et le périmètre étudié

Bâtiments	Nom utilisé dans l'étude	Adresse	Ville	Agglo.	Campus	Inclus dans le bilan	Superficie en m²
Bâtiment administratif	Site central	151, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	7652
Galerie des amphis		151, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	
PUG - ANRTS		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	404
Bâtiment logistique		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	441
Patio		1043, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	1064
Agora (salles de TD D)		1041, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	1185
Trèfle		75, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	1078
Centre des Langues Vivantes		77, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	2126
Faculté de Droit		73, rue des Universités	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	1713
BATEG		1221 - 1241, rue des Résidences	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	5932
Institut d'Etudes Politiques	IEP	1030, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	7447
Maison des Sciences de l'Homme - Alpes	MSH	1221, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	1438
Bâtiment des Arts et Sciences Humaines	ARSH	1281, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	4842
Bâtiment des Sciences de l'Homme et des	BSHM	1251, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	7870

Mathématiques							
Ecole Supérieure des Affaires	ESA	525, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	4363
SICD 2	BU Droit et Lettres	1130, avenue Centrale	St Martin d'Hères	OUI	OUI	**OUI**	14201
Cité des Territoires Vigny-Musset		14, avenue Marie Reynoard	Grenoble	OUI	NON	**NON**	2974
IUT Verdun		Place Verdun	Grenoble	OUI	NON	**NON**	2997
IUT 2		2, place Doyen Gosse	Grenoble	OUI	NON	**NON**	10387
IUP Commerce et Vente		1, rue Voltaire	Grenoble	OUI	NON	**NON**	295
IUT 2		Place C. Brenier	Grenoble	OUI	NON	**NON**	3823
CDPG		5, rue de la liberté	Grenoble	OUI	NON	**NON**	295
CUIPED		2, place de l'Etoile	Grenoble	OUI	NON	**NON**	235
IUT Valence		51 rue Barthélémy de Laffemas -	Valence	NON	NON	**NON**	8246
IUT Vienne		Espace St Germain 36, avenue du Général Leclerc	Vienne	NON	NON	**NON**	4826
Bâtiment Sciences Economiques Valence		Pôle universitaire Latour-Maubourg 87, avenue de Romans	Valence	NON	NON	**NON**	3359
SUPERFICIE TOTALE BATIMENTS UPMF							**99193**
Dont superficie du périmètre du bilan-gaz à effet de serre							**61756**

Note : le bâtiment EVE est exclu de ce tableau car il dépend des quatre universités de Grenoble.
Source : UPMF – service Intendance

Il convient de noter que dans cette étude, la Bibliothèque Universitaire (BU) de Droit et Lettres sera traitée différemment des autres bâtiments : des travaux d'aménagement et d'agrandissement ont été initiés depuis la fin de l'année 2002 et seule une petite partie du bâtiment est accessible au public depuis cette période. De ce fait, nous ne ferons pas de diagnostic énergétique détaillé de ce bâtiment. Nous nous concentrerons seulement sur l'analyse des consommations et des dépenses dans le but de favoriser ultérieurement une meilleure gestion énergétique de ce bâtiment.

Le tableau 1 fait apparaître que seuls les bâtiments situés sur le campus universitaire de Saint Martin d'Hères ont été choisis pour cette étude. Deux raisons majeures ont déterminé ce choix : la représentativité du site du campus par rapport à l'ensemble UPMF, et l'unicité du lieu d'analyse.

❖ Justifications du périmètre choisi

Représentativité

Le périmètre ainsi défini représente 62% de la superficie totale des bâtiments UPMF avec 61 756 m². Ce pourcentage peut paraître relativement faible. Cependant, ces bâtiments regroupent une proportion d'utilisateurs plus importante, à savoir 74 % des étudiants inscrits à l'UPMF [17] et 70 % du personnel UPMF[18].

Le périmètre retenu est donc relativement représentatif à la fois du patrimoine de l'UPMF et de ses utilisateurs. La restriction du bilan-gaz à effet de serre aux seuls bâtiments du campus permet de prendre en compte une grande partie des consommations d'énergie et des déplacements imputables directement ou indirectement à l'UPMF.

Unicité de lieu

Le choix d'un lieu unique pour la mesure des consommations d'énergie et émissions associées est guidé par plusieurs contraintes qui affecteront les actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Au niveau du chauffage et des usages spécifiques de l'électricité, un diagnostic par bâtiment et la mise en place d'actions de réductions d'émissions adéquates est possible. Dans ce cas, la prise en compte de tous les bâtiments UPMF serait envisageable. En revanche, pour les émissions concernant le transport, l'unicité de lieu s'avère nécessaire. Le bilan-gaz à effet de serre du transport serait très lourd à construire s'il s'agissait de mettre en place une enquête auprès des étudiants et personnels de toutes les composantes de l'UPMF. Par ailleurs, les problèmes de déplacement sont différents selon les lieux et ne nécessitent pas forcément les mêmes actions. Enfin, les difficultés chroniques d'accès au campus et de stationnement sur le campus méritent une attention particulière.[19]

Une autre contrainte justifie que le périmètre du bilan-gaz à effet de serre soit restreint au campus. De par l'éparpillement géographique des sites, la mobilisation des acteurs, la collecte d'informations, la coordination et la mise en place des actions nécessiteraient beaucoup de temps et plus de ressources humaines que celles allouées à ce projet .

Le périmètre ainsi défini n'est pas exhaustif. Cependant, il permet de vérifier la pertinence de la méthodologie à une échelle moindre que l'échelle réelle. Les bâtiments et composantes UPMF non inclus dans ce périmètre sont écartés temporairement, le temps de tester et de tirer les leçons de l'expérience qui est menée sur le campus de Saint-Martin d'Hères. Les mêmes démarches de diagnostics et préconisations pourront être menées plus tard dans ces bâtiments

[17] Total inscrits en 2002 : 19 296 étudiants. Source : Université Pierre Mendès-France, Scolarité Centrale.
[18] Total enseignants, chercheurs, personnel administratif et technique en 2001 : 1 394 personnes. Source : Université Pierre Mendès-France, *Bilan social 2001*, Services des Ressources Humaines, février 2002.
[19] Un « Plan de Déplacement Universités » (PDU), interuniversitaire, est en cours d'élaboration pour pallier l'engorgement du campus.

suivant la méthode adoptée pour le campus. Dans ces bâtiments aussi des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont possibles. Nous décidons seulement de les reporter dans le temps.

3.3 Le périmètre opérationnel

Le périmètre opérationnel de cette étude rassemble à la fois les gaz à effet de serre pris en compte et leurs sources d'émission à l'UPMF. Le tableau 2 permet de visualiser les principales sources d'émission de chaque famille de gaz à effet de serre incluse dans le Protocole de Kyoto, et les sources d'émission spécifiques à l'UPMF.

Tableau 2 : Les gaz à effet de serre et sources d'émission de l'UPMF

Gaz à effet de serre ou famille de gaz[20]	**Symbole chimique**	**Principales sources d'émissions anthropiques**[21]	**Sources d'émission UPMF**	
			Emissions directes	***Emissions indirectes***
Dioxyde de carbone	CO_2	• Combustion d'énergie fossile (charbon, pétrole, gaz) • Production industrielle (ciment) • Déforestation • Combustion de bois	• Combustion de gaz naturel dans les chaufferies UPMF • Déplacements avec les véhicules UPMF	• Consommation de chauffage urbain • Consommation d'électricité • Déplacements motorisés des étudiants et du personnel UPMF • Consommation de papier non recyclé
Méthane ou "gaz naturel"	CH_4	• Elevage des ruminants • Culture du riz • Décharges d'ordures ménagères et compostage • Exploitation pétrolière, gazière et charbonnière		
Protoxyde d'azote	N_2O	• Utilisation des engrais azotés • Procédés chimiques		
Hydrofluorocarbones[22]	HFC	• Propulsion dans les aérosols		• Climatisation

[20] Gaz figurant à l'annexe A du Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique.
[21] Sources : www.manicore.com et www.citepa.org/pollution/sources.htm#sf6
[22] Les HFC et PFC sont regroupés dans la famille des halocarbures.

		• Fluides réfrigérants (climatisation)		
Hydrocarbures perfluorés[23]	PFC	• Electrolyse de l'aluminium		
Hexafluorure de soufre	SF_6	• Industries primaire et secondaire du magnésium • Utilisation comme agent diélectrique et de coupure dans les équipements électriques		

Les choix effectués pour le périmètre organisationnel du bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF découlent de ce tableau.

❖ **Un seul gaz étudié : le dioxyde de carbone**

Les consommations d'énergie à des fins de chauffage, d'éclairage, de consommation de papier et de déplacements sont les sources d'émission de CO_2 de l'UPMF. Le méthane, le protoxyde d'azote et l'hexafluorure de soufre ne sont pour ainsi dire pas présents dans l'activité de l'UPMF. De plus, seul un bâtiment est équipé d'un système de climatisation[23] qui peut émettre des HFC. Ce bâtiment représente 2% de la surface étudiée. Même si les HFC ont un pouvoir de réchauffement global infiniment supérieur à celui du CO_2, ils sont marginalement émis par l'UPMF. Il apparaît ainsi que les gaz autres que le CO_2 sont très peu émis par l'activité de l'UPMF. Ceci justifie le choix de ne retenir que les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) pour le bilan-gaz à effet de serre.

❖ **Les sources d'émission de l'université**

L'approche retenue pour comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre est celle du World Resources Institute (voir partie 2). Cette approche distingue deux catégories d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre : les émissions directes et les émissions indirectes. Les émissions directes découlent de l'activité de l'université et proviennent de sources d'émission appartenant à l'université. Elles incluent les émissions issues des activités d'enseignement, de recherche et des activités d'accompagnement (administratives et techniques), dès lors que les sources d'émission sont la propriété de l'université. La production de chaleur par les chaufferies appartenant à l'UPMF et les déplacements avec des véhicules qui sont la propriété de l'établissement sont les sources directes d'émissions de l'UPMF.

Les émissions indirectes sont la conséquence de l'activité principale de l'université et leurs sources n'appartiennent pas à l'université. Les émissions provenant du chauffage fourni par la Compagnie de Chauffage de Grenoble, tout comme les émissions associées aux consommations d'électricité distribuée par EDF font partie des émissions indirectes, car l'université n'est pas propriétaire de ces sources d'émissions. Par ailleurs, les activités

[23] Il s'agit de la MSH

d'enseignement et de recherche engendrent des déplacements (trajets domicile-campus des étudiants et du personnel ou déplacements à l'extérieur de l'agglomération grenobloise pour des réunions, colloques, séminaires). Les émissions issues de ces déplacements proviennent de sources dont l'université n'est pas propriétaire (véhicules personnels, bus, tramway, train, avion). Elles sont donc répertoriées dans les émissions indirectes de l'université. Les sources d'émissions indirectes sont dans la réalité très nombreuses[24]. Seules celles précitées (électricité, chauffage, transports) sont prises en considération pour le projet, dans la mesure où elles sont directement générées par l'activité quotidienne de l'université[25].

3.4 Les facteurs d'émission

Les facteurs d'émission constituent une variable-clé du bilan-gaz à effet de serre. Ils permettent de convertir les unités d'activités sources de gaz à effet de serre en émissions de gaz à effet de serre. En l'occurrence, pour le bilan- gaz à effet de serre de l'UPMF, les facteurs d'émission indiquent la quantité de CO_2 émise par une unité de consommation d'énergie (kWh électrique, kWh gaz, litre de carburants automobiles, ..) ..

❖ Les facteurs d'émission choisis

Les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre de l'UPMF figurent dans le tableau 3. Ils reflètent les conditions nationales, voire locales[26], de production de l'énergie.

Tableau 3 : Les facteurs d'émission du bilan-gaz à effet de serre UPMF (2002)

Energie / Source d'énergie	Emissions unitaires
Electricité	80 g CO_2 / kWh
Chauffage urbain de la Compagnie de Chauffage de Grenoble	230 g CO_2/ kWh
Gaz Naturel	235 g CO_2 / kWh
Gazole	2985 g CO_2/l
Essence	2710 g CO_2/ l
Train, tramway	8,43 g CO_2 / passager-km
Bus	93,5 g CO_2 / passager-km
Déplacements individuels domicile-campus en voiture	374 g CO_2 / km pour vitesse moyenne de 15 km/h ; 352 g CO_2 / km pour vitesse de 20 km/h ; 323 g CO_2 / km pour vitesse de 25 km/h

Sources : ADEME (2003), calculs propres pour le chauffage urbain

Ces chiffres méritent d'être explicités. De façon générale tout d'abord, pour une même source d'énergie, on peut choisir différents facteurs, selon le but du bilan-gaz à effet de serre (ADEME, 2003). L'objectif peut être de comptabiliser les seules émissions directes, c'est à dire celles qui émanent de sources dont l'entité considérée est propriétaire. Dans ce cas, les facteurs d'émission indiquent le volume d'émissions engendrées uniquement par la

[24] « Tout processus physique qui permet l'exercice de votre activité est pris en compte » dans les sources indirectes (ADEME, p.18). Les émissions résultant par exemple de la production des tables et chaises achetées par l'université font partie des émissions indirectes de l'université.

[25] Pour l'heure, les émissions liées à la consommation de papier ne sont pas intégrées dans le calcul des émissions de gaz à effet de serre de l'université, faute de moyens humains suffisants dédiés au projet.

[26] Les conditions locales de production de l'énergie concernent le chauffage urbain

production d'une unité de la source émettrice (production d'un kWh de chauffage au gaz dans le cas de l'UPMF, par exemple). L'objectif du bilan-gaz à effet de serre peut être de comptabiliser les émissions directes et les émissions indirectes pour faire apparaître l'ensemble des émissions qu'une entité produit de par son activité. Il s'agit alors de prendre en compte *la totalité des émissions* qui sont engendrées pour la fourniture d'une unité de chaque source émettrice, c'est-à-dire d'inclure dans le facteur d'émission les émissions des activités amont qui permettent la fourniture d'une unité de la source. Pour les produits pétroliers raffinés par exemple (fioul, carburants, …), le facteur d'émission inclut les émissions liées à l'extraction du pétrole, au raffinage, au transport. Pour la production d'électricité d'origine hydraulique ou nucléaire, qui n'engendre aucune émission, les facteurs d'émission ne sont pas nuls, car ils comprennent les émissions liées à la construction des barrages ou des centrales.

Le choix opéré pour le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF est d'analyser les sources directes et certaines sources indirectes d'émission. Les facteurs d'émission retenus sont par conséquent « inclusifs ».

- **Facteurs d'émission de l'électricité**

Depuis 2001, EDF communique chaque année le facteur d'émission des centrales dont elle est propriétaire[27]. Il est la moyenne annuelle des facteurs d'émission calculés et publiés mensuellement, et reflète les sources d'énergie primaire utilisées par EDF dans ses centrales pour la production d'électricité. Il est par exemple de 53 g CO_2/kWh pour 2002, en analyse de cycle de vie[28]. Cependant, il n'est pas possible de prendre ce facteur comme représentatif de la quantité de CO_2 émise par kWh consommé car l'électricité distribuée aux consommateurs par EDF provient pour 95 % d'électricité qu'EDF a elle-même produite, mais aussi pour 5 % d'électricité qu'elle a achetée à des producteurs indépendants. Pour un consommateur tel que l'UPMF, qui n'a pas de contrat d'approvisionnement exclusif par EDF, le facteur d'émission de l'électricité doit prendre en compte l'électricité produite par EDF et par les producteurs indépendants. Ces producteurs utilisent des modes de production généralement plus émetteurs en gaz à effet de serre que la production d'EDF (qui est basée majoritairement sur l'énergie nucléaire et l'hydroélectricité). Ceci explique le facteur d'émission de 80 g CO_2/kWh[29] adopté pour le bilan-gaz à effet de serre de l'université. Ce facteur est une estimation moyenne nationale supposée stable dans le temps faute d'études récentes. Nous l'utilisons pour toutes les années considérées dans notre bilan-gaz à effet de serre.

- **Facteurs d'émission du chauffage urbain**

L'UPMF est approvisionnée en chauffage urbain par la Compagnie de Chauffage de l'agglomération grenobloise. La production de chaleur se fait dans 6 centrales réparties sur l'agglomération, à partir de la combustion de plusieurs sources d'énergie (charbon, fioul lourd, bois, gaz naturel, ordures ménagères…). La composition de ce « mix énergétique » varie avec les années et détermine pour partie le facteur annuel d'émission. La Compagnie de Chauffage dispose de données relatives aux mix énergétiques utilisés dans ses centrales. Ces données sont établies du 1er décembre de l'année n au 30 novembre de l'année n+1 et

[27] Voir : http://www.edf.fr/index.php4?coe_i_id=21

[28] Le calcul en analyse de cycle de vie intègre la totalité des émissions depuis la construction de la centrale jusqu'à sa fin de vie (y compris démantèlement s'il y a lieu).

[29] Ce facteur, calculé en analyse de cycle de vie est une estimation de J.M. Jancovici sur la base d'une étude de 1997 (ADEME, 2003, p.51).

chevauchent ainsi deux années civiles. Nous avons choisi la période 1999-2000 pour l'année calculer le facteur d'émission 2000 et ainsi de suite.

Le calcul du facteur d'émission repose non seulement sur le mix énergétique utilisé pour la production de chaleur mais aussi sur la prise en compte de la cogénération d'électricité produite en sus de la chaleur. Le tableau 4 présente le mix énergétique et les émissions de CO_2 associées pour 2002. Il permet d'en déduire le facteur d'émission de la Compagnie de Chauffage pour 2002.

Tableau 4 : Emissions de CO_2 de la Compagnie de Chauffage, 2002

Combustible	2002		
	Chaleur produite (MWh)	**Facteur d'émission du combustible (tonne CO2 / MWh)**	**Tonnes de CO2 émises**
Gaz naturel	15 360	0,235	3 610
Charbon	315 412	0,385	121 434
Fioul lourd	102 564	0,323	33 128
Fioul V7	27 306	0,345	9 420
Fioul domestique	403	0,301	121
Bois	53 183	0	0
Farines	31 270	0	0
Cogénération achetée	94 637	0	0
Ordures ménagères	159 152	0	0
Total de la production brute de chaleur	**799 287**		**167 713**
- Cogénération électricité	66 129	0,080	5 290
Production de chaleur nette de cogénération	**733 158**		**162 423**
	Chaleur vendue (MWh)		
	705 100		
	Facteur d'émission du chauffage urbain (tonne CO2 / MWh)		
	0,230		

Sources: Compagnie de Chauffage pour les données sur l'énergie, ADEME (2003) pour les facteurs d'émission

Les facteurs d'émission utilisés pour les énergies fossiles sont « inclusifs » (ils comprennent les émissions amont).

Le facteur d'émission du bois est nul, car la combustion du bois est considérée comme neutre vis-à-vis de l'effet de serre anthropique. Certes, la coupe du bois supprime un puits de carbone et la combustion du bois dégage des émissions carbonées. Cependant, l'hypothèse est faite que le CO_2 émis lors de la combustion du bois est absorbé par des arbres en croissance qui ont été plantés dans le cadre d'une gestion environnementale adéquate des forêts. On notera que cette hypothèse est réaliste dans le cas de la France dans la mesure où à l'heure actuelle, la surface globale boisée augmente chaque année.

L'incinération des ordures ménagères et des farines animales est également considérée comme neutre en terme d'émissions de gaz à effet de serre. En effet, si ces déchets étaient mis en décharge, la putréfaction des matières organiques émettrait dans l'atmosphère un mélange de

méthane et de CO_2 (le biogaz) équivalent au CO_2 émis lors de l'incinération (Bilan Carbone™ ADEME, 2003, p.56) . En conséquence, en faisant l'hypothèse (abusive) que toutes les ordures ménagères traitées par la Compagnie de Chauffage sont organiques, la combustion des ordures ménagères et des farines animales dans les chaufferies n'augmente pas les émissions fatales qui seraient rejetées dans l'atmosphère.

En ce qui concerne la cogénération, la Compagnie de Chauffage a produit 66 129 MWh d'électricité en 2002 en récupérant une partie des pertes de chaleur engendrées par la production de chaleur. La cogénération a ainsi réduit les émissions de la Compagnie de Chauffage. L'estimation des réductions réalisées dépend du facteur d'émission que l'on adopte pour les « économies » d'émissions d'électricité. L'hypothèse retenue ici considère que l'électricité aurait été produite dans une centrale dont les caractéristiques d'émissions de CO_2 sont celles de la moyenne des centrales françaises, soit 80 g CO_2/kWh[30].

Le facteur d'émission de la Compagnie de Chauffage se déduit du tableau 4 : c'est le rapport entre le nombre de tonnes de CO_2 émises et la chaleur vendue, soit :
162 423 / 705 100 = 0,230 t CO_2 / MWh, soit 230 g CO_2/kWh.

- **Facteurs d'émission des déplacements**

Au niveau des facteurs d'émission du transport, le tableau 3 montre que les émissions des déplacements individuels sont environ quatre fois supérieures à celles d'un passager de bus par kilomètre parcouru (350 contre 93 g CO_2) et 41 fois supérieures à celles d'un usager du tramway ou du train (350 contre 8,4 g CO_2). Dans une optique environnementale, ces chiffres appellent au moins au covoiturage[31]. Mais ces chiffres plaident surtout pour l'utilisation des transports en commun.

4. EMU, l'outil de calcul des émissions de CO_2 de l'UPMF

Un des objectifs du bilan-gaz à effet de serre est de pérenniser le suivi des émissions de gaz à effet de serre de l'université. Il s'agit donc de construire un outil informatique qui permette de mettre en place le suivi sur plusieurs années. Pour cela, nous avons construit « EMU » (EMissions Université) en utilisant le logiciel Excel. EMU permet de suivre les consommations d'énergie et les émissions de CO_2 jusqu'en 2010. Il est naturellement modulable si de nouvelles sources d'émission de gaz à effet de serre devaient être prises en compte ultérieurement. EMU comprend à l'heure actuelle une feuille de recensement des bâtiments qui composent le périmètre physique du bilan-gaz à effet de serre, et des feuilles de calcul relatives à trois domaines : les données des activités sources d'émissions (consommations d'électricité, de chauffage, de carburants, trafics), les facteurs d'émission, et enfin les émissions.

[30] La Compagnie de Chauffage retient une hypothèse qui lui est beaucoup plus favorable : elle considère que l'électricité aurait été produite dans une centrale au fioul (avec un facteur d'émission dix fois plus élevé). Cette hypothèse nous semble peu adaptée à la situation française.
[31] En termes d'émissions de CO_2, le covoiturage de quatre personnes est ainsi sensiblement équivalent au transport de quatre passagers en bus.

4.1 Les tableaux et graphiques des données d'activités

On trouve tout d'abord trois feuilles relatives respectivement aux consommations d'électricité, de chauffage urbain et de gaz naturel ("Conso élec", "Conso CU" et "Conso gaz"). Ces feuilles servent à la saisie des données de consommations annuelles ou mensuelles. Le tableau 5 permet de visualiser l'organisation de ces tableaux (nous prenons ici l'exemple d'un tableau de consommation d'électricité du Site central). Les zones de saisies sont identifiées sur toutes les feuilles par des cellules de couleur bleu clair. On peut suivre l'évolution annuelle des consommations à partir des calculs (automatisés) de variation. Ces tableaux peuvent servir de tableaux de bord pour le suivi des consommations d'électricité et de chauffage par les services gestionnaires de l'UPMF.

Tableau 5 : Consommations mensuelles d'électricité du Site central de 2000 à 2003

	2000	2001	var 01/00	2002	var 02/01	2003	var 03/02
janvier	87 375	91 021	4%	82 933	-9%	85 745	3%
février	98 692	91 960	-7%	101 268	10%	119 557	18%
mars	84 282	104 460	24%	89 927	-14%	95 589	6%
avril	79 540	72 437	-9%	88 497	22%	82 274	-7%
mai	65 360	78 526	20%	79 070	1%	63 597	-20%
juin	61 030	66 147	8%	66 857	1%	72 954	9%
juillet	43 051	49 718	15%	65 016	31%	49 599	-24%
août	31 738	29 274	-8%	29 699	1%	33 446	13%
septembre	49 628	56 528	14%	56 441	0%	61 899	10%
octobre	79 248	94 711	20%	101 341	7%	93 610	-8%
novembre	88 876	113 132	27%	105 083	-7%	98 109	-7%
décembre	101 776	104 172	2%	110 304	6%	100 900	-9%

Source : EMU

Les deux feuilles suivantes concernent le transport : la feuille « conso flotte UPMF » calcule les consommations annuelles de carburant des véhicules dont l'UPMF est propriétaire, sur la base des dépenses en carburant. La feuille « trafic domicile-campus » calcule des estimations de trafic des usagers du campus pour leurs trajets domicile-campus.

Des graphiques de consommations sont présentés ensuite dans la feuille "Graphiques de consommation".

4.2 Les tableaux de facteurs d'émission

Les facteurs d'émission sont regroupés dans deux feuilles. Une feuille intermédiaire ("Calcul facteur CU") permet de faire le calcul du facteur d'émission du chauffage urbain tel qu'exposé ci-dessus (tableau 4). La feuille de calcul "Facteurs d'émission" récapitule l'ensemble des facteurs adoptés pour le projet. Le tableau 6 présente un extrait de cette feuille. Les zones bleu clair correspondent aux cellules à saisir.

Tableau 6 : Facteurs d'émission de la base de données

Electricité et chauffage	2000	2001	2002
Electricité (kg CO2/kWh)	0,080	0,080	0,080
Chauffage urbain (kg CO2/kWh)	0,332	0,216	0,230
Gaz naturel (kg CO2/kWh)	0,235	0,235	0,235

Transports	2000	2001	2002
Gazole (kg CO2/l)	2,985	2,985	2,985
Essence (kg CO2/l)	2,710	2,710	2,710
Tramway (kg CO2/pass-km)	0,00843	0,00843	0,00843
Bus (kg CO2/pass-km)	0,0935	0,0935	0,0935
Train (kg CO2/pass-km)	0,00843	0,00843	0,00843
Voiture Zone 1+Gren+Camp (kg CO2/km pour vitesse moy de 15 km/h)	0,374	0,374	0,374
Voiture Zones 2 à 4 (kg CO2/km pour vitsee moy de 20 km/h)	0,352	0,352	0,352
Voiture Hors agglo (kg CO2/km pour vitesse moy de 25 km/h)	0,3227	0,3227	0,3227

Source : EMU

4.3 Les tableaux et graphiques d'émissions

Les feuilles « Emissions GES », « Tableau récap émissions » et « Graphiques d'émission » sont consacrées aux calculs, à la récapitulation et à la représentation graphique des émissions de CO_2 de l'UPMF. Dans la feuille "Emissions GES", les calculs des émissions sont établis par liaisons automatiques avec les feuilles de calcul des consommations et des trafics et avec la feuille des facteurs d'émission. Il n'y a aucune saisie à faire. Un extrait de cette feuille est présenté dans le tableau 7. Une feuille récapitulative "Tableau récap émission" permet de visualiser globalement le niveau d'émission annuel et son évolution tout au long de la période d'observation.

Tableau 7 : Calcul des émissions 2002 de CO_2 de l'UPMF

	2002		
	Electricité et chauffage		
	Consommation	Facteur d'émission	Emission de CO2
Unités	*kWh*	*kg CO2/kWh*	*tonnes*
Electricité	2 639 980	0,080	211
Chauffage urbain	921 000	0,230	212
Gaz naturel	4 815 607	0,235	1 132
		TOTAL Electricité et chauffage	**1 555**

	Transports		
	Consommation	Facteur d'émission	Emission de CO2
Unités	*litres*	*kg CO2/litre*	*tonnes*
Gazole	785	2,985	2
Essence	4659	2,71	13
		Flotte UPMF	**15**

	Trafic	Facteur d'émission	Emission de CO2
Unités	*passagers-km ou km*	*kg CO2/pass-km ou kg CO2/km*	*tonnes*
Tramway	8 515 800	0,008	72
Bus	7 664 220	0,094	717
Train	8 515 800	0,008	72
Voiture Zone 1+Gren.+Camp.	4 798 653	0,374	1 795
Voiture Zones 2 à 4	2 235 398	0,352	787
Voiture Hors agglo	3 179 232	0,323	1 026
		Trajets domicile-campus	**4 468**
		TOTAL Transports	**4 483**
		Emissions totales	**6038**

Source : EMU

4.4 Le cas particulier du calcul des émissions de CO_2 liées aux déplacements

Les consommations d'électricité et de chaleur, nécessaires au calcul des émissions, sont des informations directement disponibles à l'université, par des factures ou des relevés : il suffit de les saisir dans EMU. Mais il n'en est pas de même pour les consommations d'énergie liées aux déplacements. Les émissions des déplacements reposent ainsi sur des estimations de consommations de carburants (pour la flotte UPMF) ou sur des estimations de trafic (déplacements domicile-campus).

4.4.1 Les émissions directes de la flotte UPMF

La flotte de l'UPMF est composée des véhicules appartenant aux services centraux de l'UPMF et d'un véhicule appartenant à l'IEP. En 2002, ces véhicules sont au nombre de neuf. Appartenant à l'université, ils constituent la seule source d'émissions directes de l'UPMF au titre des transports.

L'Intendance de l'UPMF et le service gestion de l'IEP n'ont pas de relevé de leurs consommations de carburant. Dans EMU, ces consommations sont estimées à partir des dépenses en carburant, qui, elles, sont enregistrées par l'UPMF et l'IEP. Les volumes de carburant sont ainsi calculés à partir des prix moyens des carburants de chaque année[32]. Le tableau 8 permet de visualiser le calcul effectué dans EMU, à partir des données saisies.

[32] Source : base de données PEGASE de la Direction Générale de l'Energie et de Matières Premières (DGEMP), accessible sur Internet à l'adresse : http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/pegase.htm

Tableau 8 : consommation annuelle de carburant des véhicules de l'UPMF (2002)

		2002		
Conso. par véhicule	carburant utilisé	Dépenses en carburant (€)	Prix annuel moyen du carburant (€/l)	Conso en litres
Express gris	Gazole	604,45	0,77	785
Express beige	Super	662,76	1,09	608
Express blanc	SP 98	1 205,40	1,04	1 159
Trafic bleu	SP 98	443,90	1,04	427
Express (Véhicule IEP)	SP 98	198,00	1,04	190
Renault 21	SP 95			
Clio	SP 95	391,77	1,01	388
Laguna 1	SP 95	839,56	1,01	831
Laguna 2	SP 95	942,35	1,01	933
Kangoo	SP 95	123,51	1,01	122

Source : EMU

Les consommations estimées pour chaque véhicule sont ensuite globalisées par type de carburant, pour obtenir le volume total de gazole et d'essence consommés annuellement. Enfin, les émissions de CO_2 de la flotte de l'UPMF sont calculées pour chacun de ces carburants, en multipliant les consommations obtenues par les facteurs d'émission respectifs de l'essence et du gazole[33].

4.4.2. Les émissions indirectes des déplacements domicile-campus

Pour les déplacements sources d'émissions indirectes, le calcul des émissions est plus complexe. Divers types de déplacements donnent lieu à des émissions indirectes de CO_2 par l'université. On en retiendra principalement deux, à savoir les déplacements occasionnels en dehors de l'agglomération grenobloise, liés à l'activité exercée, et les déplacements réguliers domicile-campus universitaire. Préalablement au calcul des émissions de CO_2 associées à ces déplacements, il convient de connaître le mode de déplacement émetteur (bus, tramway, train, avion, automobile), les distances parcourues, les consommations unitaires d'énergie et les facteurs d'émission.

Pour les déplacements occasionnels en dehors de l'agglomération grenobloise, l'information sur le mode de déplacement et les distances parcourues peut être facilement obtenue grâce aux ordres de missions. La question est, à ce niveau, avant tout une question de temps pour rassembler et saisir les informations. Compte tenu des ressources humaines disponibles sur le projet, il n'est pas envisagé, dans un premier temps, de procéder au recueil de ces données dispersées.

En ce qui concerne les déplacements domicile-campus, une enquête s'impose auprès des quelque 14 000 étudiants et 980 membres du personnel de l'UPMF travaillant sur le campus.

[33] Les facteurs d'émission adoptés sont ceux proposés par l'ADEME (2003) et figurent au tableau 3 de la présente note. Le facteur d'émission des véhicules à essence s'applique aussi bien aux véhicules fonctionnant au Super, qu'à l' essence sans plomb 98 ou à l'essence sans plomb 95.

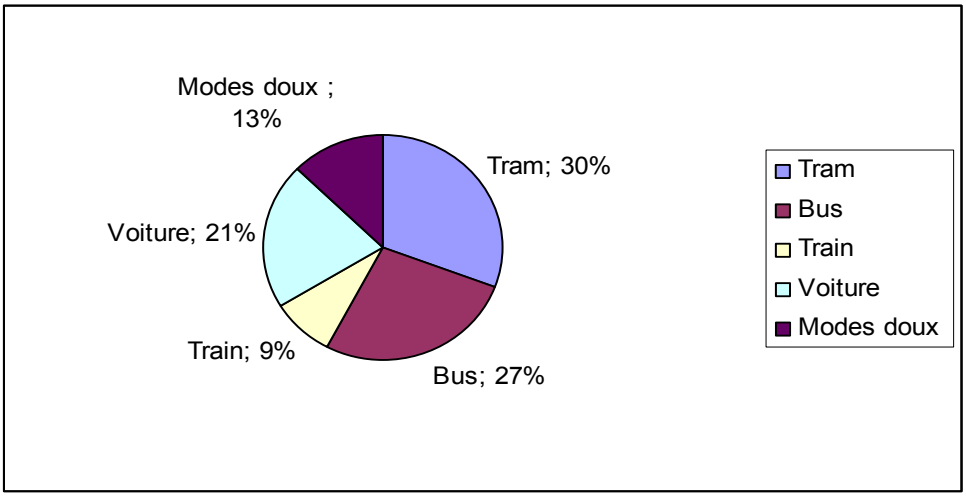
Si le contenu lui-même de l'enquête ne présente pas de difficultés majeures a priori, l'échantillonnage, le mode d'administration du questionnaire et le traitement des réponses constituent en revanche des points méthodologiques critiques. Les moyens humains actuels disponibles pour le projet ne permettent pas de lancer l'enquête dans l'immédiat.

Il est toutefois intéressant d'avoir un ordre de grandeur des émissions de CO_2 dues aux déplacements quotidiens, en particulier au regard des émissions dues au chauffage et aux consommations d'électricité. Une estimation grossière de ces émissions a été effectuée, sur la base des résultats d'une enquête transport succincte récemment menée au niveau global du campus[34] et des données générales sur les déplacements domicile-travail rassemblées dans le Bilan Carbone™ de l'ADEME.

Les hypothèses adoptées pour cette estimation sont très simplificatrices de la réalité. Tout d'abord, nous supposons que les personnes se déplacent exactement de la même façon sur les trois ans (même mode de transport, même distance en 2000, 2001 et 2002) : seuls les effectifs différents modifient le volume des émissions de gaz à effet de serre d'une année à l'autre. Faute d'informations pour chaque année du bilan, l'effectif du personnel universitaire (enseignants, chercheurs, administratifs) est supposé constant sur les trois années et égal à l'effectif de 2001 (donné par le service des Ressources Humaines). De même, faute d'autres données, nous supposons que les résultats de l'enquête transports, menée auprès des étudiants de toutes les universités et de toutes les filières, sont applicables en particulier à tous les étudiants de l'UPMF, et aussi au personnel universitaire (même répartition modale, même répartition de la provenance géographique, …). Cette toute dernière hypothèse est assurément éloignée de la réalité : les étudiants ne se déplacent pas de la même façon que le personnel et leurs domiciles ne sont pas répartis géographiquement à l'identique.

Sur ces bases, la répartition modale des personnes de l'UPMF figure dans le graphique 1[35].

Graphique 1 : répartition modale des déplacements domicile-campus des personnes de l'UPMF



Adaptation de : Forys (2003)

[34] Source : Forys (2003)

[35] L'enquête source de ces informations fait apparaître une catégorie « Autres » qui inclut les personnes qui utilisent plusieurs modes successivement (Forys, 2003). En l'absence de plus amples précisions, nous avons supposé que cette catégorie était ventilée entre toutes les autres catégories proportionnellement au poids de chaque catégorie dans le total, de manière à obtenir in fine une répartition des modes de transport entre le tramway, le bus, le train, la voiture, et les modes doux.

Les transports en commun sont prédominants (66 %). Les modes doux comprennent la bicyclette et la marche à pied.

Les distances parcourues annuellement dépendent du lieu de résidence et du nombre de jours des allers-retours domicile-campus. La distance aller-retour quotidienne a été déterminée en croisant la répartition de la provenance des étudiants donnée dans l'enquête transport et les informations sur les distances de référence indiquées par l'ADEME (ADEME, 2003, P. 70 à 73). Le nombre de jours de fréquentation du campus a été évalué à 150 jours pour les étudiants et 220 jours pour le personnel universitaire.

En combinant les effectifs respectifs des deux populations (étudiants et personnel universitaire) avec la répartition modale et les distances parcourues, nous obtenons des quantités de trafic annuel (passagers-km pour les transports en commun, distances annuelles pour les véhicules individuels) sur lesquelles nous appliquons les facteurs d'émission mentionnés dans le tableau 3 pour obtenir les émissions de CO_2 dues aux déplacements domicile-campus[36].

5. Conclusion

Ce document expose la méthodologie adoptée pour construire le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF. Il constitue le document de référence pour l'utilisation de l'outil de calcul EMU.

Les paramètres choisis pour établir le bilan-gaz à effet de serre de l'UPMF incluent la période d'observation (2000 à 2002), le périmètre physique (restriction au campus de Saint-Martin d'Hères), le gaz à effet de serre considéré (CO2), les sources d'émissions directes et indirectes (électricité, chauffage, déplacements) et les facteurs d'émission (facteurs inclusifs).

Synthétiquement, la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre est obtenue par la multiplication des indicateurs d'activité (en l'occurrence pour l'UPMF : consommations d'énergie, trafic) par les facteurs d'émission associés à ces indicateurs d'activité. L'outil de calcul EMU est basé sur ce principe.

La validité des résultats du bilan-gaz à effet de serre dépend directement de la rigueur d'application de la méthode proposée.

6. Bibliographie

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2003. *Bilan Carbone d'une activité industrielle ou tertiaire*. Décembre, disponible sur Internet à l'adresse : http://www.ademe.fr/Outils/BilanCarbone/telechargement.htm

Forys (C.), 2003. *Le projet Camplus au service des étudiants*. Mémoire de 2ème année d'IUP Ingénierie Economique, Université Pierre-Mendès France.

[36] Le covoiturage, quoique pratiqué dans la réalité, n'est pas pris en compte faute d'informations précises. Le coefficient d'occupation des véhicules personnels est donc égal à 1.

Putt Del Pino (S.), Bhatia (P.), 2002. *Working 9 to 5 on Climate Change : an Office Guide*, World Resources Institute, disponible sur Internet à l'adresse : http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3756

Tufts Institute of the Environment, 2002. *Method for Conducting a Greenhouse Gas Emission Iinventory for Colleges and Universities*, Tufts University, disponible sur Internet à l'adresse: http://www.tufts.edu/tie/tci/pdf/InventoryMethods.pdf